



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑯ Int. Cl. 5:
F 02 D 41/14
F 02 D 41/26

⑯ EP 0 286 103 B1 *additionally enclosed (Original
in english
language)*

⑯ DE 38 72 421 T 2

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
08.04.87 JP 84743/87

⑯ Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:
Strehl, P., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;
Schübel-Hopf, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Groening,
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑯ Benannte Vertragstaaten:
DE, GB

⑯ Deutsches Aktenzeichen: 38 72 421.9
⑯ Europäisches Aktenzeichen: 88 105 570.1
⑯ Europäischer Anmeldetag: 7. 4. 88
⑯ Erstveröffentlichung durch das EPA: 12. 10. 88
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 1. 7. 92
⑯ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 3. 12. 92

⑯ Erfinder:
Onari, Mikihiko, Kokubunji-shi, JP; Sekozawa,
Teruji, Kawasaki-shi, JP; Funabashi, Motohisa,
Sagamihara-shi, JP

⑯ Steuersystem für kategorisierte Motorzustände.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 38 72 421 T 2

DE 38 72 421 T 2

286 103

Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Steuerungssystem, das dazu geeignet ist, ein Computerprogramm in einer Steuereinheit für 05 einen Fahrzeugmotor an den Motor, das Chassis und die Fahrumgebung anzupassen und um adaptive Korrektur dieser Größen abhängig von Änderungen in der Umgebung des Fahrzeugs vorzunehmen. Spezieller betrifft sie ein adaptives Steuerungssystem, das in geeigneter Weise dazu in der Lage ist, den Motor 10 bei verschiedenen Steuerzuständen und bei Übergängen zwischen den Steuerzuständen zu steuern.

Die einzige Funktion eines herkömmlichen Programms in Motorsteuerungssystemen bestand, wie in "Systems and Control", 15 Vol. 24, Nr. 5, S. 306 bis 312 beschrieben, darin, eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung und eine Zündzeitpunkt-Steuereinrichtung periodisch mit den Ergebnissen von Berechnungen zu versorgen, die auf neue Beobachtungsdaten gestützt sind. In diesen Systemen war die Steuerung der Leerlaufdrehzahl 20 das einzige unabhängige Funktionsprogramm.

Diese bekannten Steuerungssysteme basieren auf Beobachtungswerten zu jeweiligen Zeitpunkten, um einen Fahrzeugmotor zu steuern, jedoch beinhalten sie keine Einrichtungen, um Mo-

torsteuerzustände im zeitlichen Ablauf auszuwerten, und keine Einrichtungen, um die Motorzustände bei der Fahrt zu kategorisieren. Im Ergebnis bestehen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Steuerbarkeit und demgemäß mit der Fahrqu-
05 lität oder der Fahrbarkeit bei einem Übergang z. B. von Beschleunigung auf Verzögerung. Ebenso beansprucht es viel Zeit, ein Steuerprogramm, das für ein vorgegebenes Motorsteuermodell entwickelt wurde, an den Motor in einem Fahr-zeug anzupassen.

10

EP-A-0 145 992 offenbart ein lernendes Steuerungssystem mit den im ersten Teil von Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Dieses System klassifiziert Bereiche für den Motorbetrieb, jedoch wird der jeweilige aktuelle Zustand nur abhängig da-
15 von gekennzeichnet, ob er sich auf das Verhalten des Fahrers hin geändert hat. Ausgangswerte des Motorzustandes werden gemessen, die zugehörigen Signale werden abhängig vom klas-
sifizierten Betriebsbereich verarbeitet, und Rückkopplungs-
signale werden erstellt, um den Motorbetrieb zu beeinflus-
20 sen.

Andere Steuerungssysteme, die ebenfalls mit Rückkopplung arbeiten, sind in JP-A-57-126534 und in GB-A-2 162 897 be-
schrieben. Ein Umschalten zwischen Tabellen von Steuerwerten
25 ist dahingehend beschrieben, daß es auf Grundlage einer zeitabhängigen Funktion der verschiedenen Steuerwerte der verschiedenen Tabellen erfolgt.

Zusammenfassung der Erfindung

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuerungssys-
tem anzugeben, das komfortables Fahren bei allen Steuerzu-
ständen eines elektronisch gesteuerten Motors erlaubt und
das dazu in der Lage ist, die Steuerung bei jedem Motorsteu-
35 erungszustand zu verbessern, insbesondere bei Übergängen

zwischen Motorsteuerungszuständen für ein beliebiges Fahrzeug, abhängig von der Fahrumgebung und/oder dem Fahrer.

Diese Aufgabe wird durch das adaptive Steuerungssystem ge-
05 löst, wie es in Anspruch 1 gekennzeichnet ist.

Beim erfindungsgemäßen Steuerungssystem wird der aktuelle Motorzustand nicht nur auf Grundlage von Signalen gekennzeichnet, die von Meßwertgebern ausgegeben werden, die den 10 aktuellen Betriebszustand des Motors ermitteln, sondern auch auf Grundlage der Signale von Fahr-Meßwertgebern, die den Fahrbetrieb auf Grundlage der Absicht des Fahrers ermitteln, d. h. durch den beabsichtigten Fahrbetrieb, bevor der tatsächliche Betriebszustand des Motors durch ein Verhalten des 15 Fahrers beeinflußt wird. Dadurch kann eine glatte Steuerung beim Übergang zwischen einem aktuellen Motorsteuerungszustand und dem nächsten, vom Fahrer beabsichtigten Zustand erfolgen.

20 Kurze Beschreibung der Figuren

Fig. 1 ist ein Diagramm, das den Aufbau eines Motorsystems mit einem erfindungsgemäßen Steuerungssystem zum Erkennen eines Zustandes zeigt.

25

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das detailliert den funktio-
nellen Aufbau des Motorsteuerungssystems von Fig. 1 zeigt.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen Fahr-
30 zeugzuständen und Verfahren der Motorsteuerung abhängig von der Absicht eines Fahrers zeigt.

Fig. 4 ist ein Diagramm zum Veranschaulichen von Übergängen zwischen Motorsteuerungszuständen.

35

Fig. 5 ist ein Flußdiagramm für einen Ablauf zum Erzielen der Funktion eines Zustandskennzeichners 4, wie er in Fig. 2 dargestellt ist.

05 Fig. 6 ist ein Flußdiagramm zum Erzielen der Funktion eines Vorgeschichtskennzeichners, wie er in Fig. 2 dargestellt ist.

Fig. 7 ist ein Flußdiagramm für einen Entscheidungsfunktionsabschnitt 6 in Fig. 2 für einen Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor.

Fig. 8 ist ein Flußdiagramm für einen Steuerungsfunktionsabschnitt 8 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis für einen Beschleunigungs-Steuerfunktionsabschnitt 9, für einen Verzögerungs-Steuerfunktionsabschnitt 10, für einen Leerlaufdrehzahl-Steuerfunktionsabschnitt 11 und für einen Ausgangsfunktionsabschnitt 12 in Fig. 2.

20 Fig. 9 ist ein Flußdiagramm für einen Aktualisierungsfunktionsabschnitt 14 in Fig. 2 für einen Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten.

25 Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Das erfindungsgemäße elektronische Motorsteuerungssystem wird nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben, wie es in den Zeichnungen dargestellt ist.

30 Die Motorsteuerzustände sind in vier Typen klassifiziert, nämlich (1) L/K(Luft/Kraftstoff)-Steuerung, (2) Beschleunigungssteuerung, (3) Verzögerungssteuerung und (4) Leerlaufdrehzahlsteuerung. Zwischen diesen vier Zuständen mögliche Übergänge sind durch Kreuze in der in der folgenden Tabelle 35 dargestellten Übergangsmatrix gekennzeichnet.

<u>Anfangs-</u> <u>zustand</u> <u>anschl.</u>	L/F- Steuerung	Beschleunig.-s Steuerung	Verzög.-s Steuerung	Leerlauf- drehzahl-St.
05 Zustand				
L/K-St.		x	x	-
Beschl.St.	x		x	-
Verzög.St.	x	x		x
Leerlauf-	-	x	-	
10 drehz.St.				

Auf Grundlage des Fahrrpedalwinkels, des Bremspedalwinkels, der Motordrehzahl und der Fahrzeugdrehzahl (Fahrzeugbetriebsbedingungen) sowie des Ein/Aus-Zustandes des Drehmomentübertragungsmechanismus unterscheidet der Computer vier Steuerzustände des Motors und führt Steuerung für jeden Zustand aus. Als Ergebnis der Steuerung wird das Luft/Kraftstoff-Verhältnis durch einen Abgassensor gemessen, und das Meßergebnis wird mit einem Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis für jeden Zustand ausgewertet (das Mischungsverhältnis von Kraftstoff zu Luft wird bei der Berechnung statt des Luft/Kraft-Verhältnisses verwendet. Wenn der Unterschied zwischen dem Meßwert und dem Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis beträchtlich ist, wird der Kompensationsfaktor für das Mischungsverhältnis für jeden Steuerungszustand adaptiv korrigiert und aktualisiert.

Um die Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktoren beim Übergang von einem Motorsteuerungszustand zu einem anderen umzuschalten, wird ein Verfahren für jeden besonderen Übergang verwendet, während die betroffenen Parameter adaptiv korrigiert und aktualisiert werden.

Fig. 3 zeigt die wie vorstehend unterschiedenen und kategorisierten Motorbetriebszustände. Diese Motorbetriebszustände

können durch die zugehörigen Motorsteuerungsverfahren repräsentiert werden.

Die Fahrzeugbetriebszustände werden grob in Ruhe- und Fahrt-
05 Betriebszustände unterteilt. Die Absicht des Fahrers wird auf Grundlage von sechs verschiedenen Betätigungen durch den Fahrer erkannt, wozu das Ein- oder Auskuppeln des Drehmomentübertragungsmechanismus, das Betätigen des Bremspedals, das Nichtbetätigen des Bremspedals und des Fahrpedals, das 10 Betätigen des Fahrpedals, das betätigte Fahrpedal in Ruhestellung sowie das zurückgenommene Fahrpedal gehören.

Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus aktiv (eingekuppelt ist) und das Fahrpedal betätigt wird, wird eine Motorsteuerung für Beschleunigungserfordernisse ausgeführt. Wenn 15 das Fahrzeug fährt und das Fahrpedal losgelassen und das Bremspedal betätigt wird, wird Verzögerungssteuerung ausgeführt. Wenn hierbei das Fahrpedal losgelassen wird und die Motordrehzahl außerordentlich hoch ist, wird eine Kraft- 20 stoffabschaltungssteuerung ausgeführt. Um zwischen der Verzögerungssteuerung und der Kraftstoffabschaltungssteuerung zu unterscheiden, wird die Motordrehzahl als zusätzlicher Parameter ermittelt.

25 Wenn im Fahrbetrieb das Fahrzeug weder beschleunigt noch verzögert wird, wird Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ausgeführt, um es auf einem gewünschten Wert zu halten.

30 Das Betätigen und das Loslassen des Bremspedals kann durch ein Signal θ_{br} von einem Bremspedalwinkeldetektor 35 ermittelt werden.

Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus ausgeschaltet 35 ist, wird eine Leerlaufdrehzahlsteuerung aktiv, um die Leer-

laufdrehzahl so zu regeln, daß sie auf einem gewünschten Wert bleibt. Wenn hierbei das Fahrpedal betätigt wird, wird auf die vorstehend genannte Regelung für Luft/Kraftstoff-Einstellung umgeschaltet, obwohl der Motor dann sehr hoch 05 dreht.

Das Verfahren zum Unterscheiden und Klassifizieren der Betriebszustände des Fahrzeugs und der Absichten des Fahrers, um das richtige Motorsteuerungsverfahren (Betriebszustand) 10 auszuwählen, ist gut dazu geeignet, zunehmend verschiedene Anforderungen an den Benutzer des Fahrzeugs und die Einführungen neuer Techniken zum Erfüllen der Anforderungen zu behandeln. Für den Konstruktions- und Entwicklungingenieur, wie auch für Personen, die Motorsteuerungsverfahren an ein 15 aktuelles Fahrzeug anpassen (Einstellung der Parameter) bedeutet dies einen Vorteil dahingehend, daß nur das Motorsteuerungsverfahren für die erforderliche Kategorie verstanden werden muß. Auf diese Weise erfordert ein Modifizieren des Computerprogramms nur ein Modifizieren einiger Module 20 usw.

Fig. 1 zeigt schematisch ein typisches Beispiel für ein erfundungsgemäßes elektronisches Motorsteuerungssystem. Luft, die durch einen Luftfilter 22 angesaugt wird, wird durch einen 25 Luftflußmesser geschickt, um die fließende Menge zu messen. Der Luftflußmesser 24 gibt ein Ausgangssignal G_a aus, das einer Steuerschaltung 15 die Luftflußmenge anzeigt.

Die durch den Luftflußmesser 24 strömende Luft wird weiter 30 durch eine Drosselklappenkammer 28, einen Ansaugstutzen 36 und ein Einlaßventil 42 in die Verbrennungskammer 44 eines Motors 1 geleitet. Die von der Verbrennungskammer 44 angesaugte Luftmenge wird dadurch gesteuert, daß der Öffnungsgrad einer Drosselklappe 30 verändert wird, die in der Drosselklappenkammer 28 vorhanden ist. Der Öffnungszustand der 35

Drosselklappe 30 wird dadurch ermittelt, daß die Klappenstellung der Drosselklappe 30 durch einen Drosselklappenelementsdetektor 34 festgestellt wird. Vom Drosselklappenelementsdetektor 34 wird ein Signal θ_{th} , das die Drosselklappenposition der Drosselklappe 30 anzeigt, an die Steuerschaltung 15 gegeben. Die Position eines Fahrpedals 32 wird entsprechend dessen Betätigung (Winkel) von einem Fahrpedalpositionssensor 33 ermittelt, der ein Signal θ_{ac} für den Betätigungswinkel des Pedals 32 an die Steuerschaltung 15 gibt.

Die Öffnung der Drosselklappe 30 wird durch das Fahrpedal 32 eingestellt.

15 Die Drosselklappenkammer 28 ist mit einer Umgehungsleitung 52 für Leerlaufbetrieb des Motors und mit einer Leerlaufeinstellschraube 54 zum Einstellen der Luftflußmenge durch die Umgehungsleitung 52 versehen. Wenn die Drosselklappe 30 völlig geschlossen ist, läuft der Motor im Leerlauf. Die über 20 den Luftflußmesser 24 angesaugte Luft fließt über die Umgehungsleitung 52 und wird von der Verbrennungskammer 44 angesaugt. Die im Leerlauf angesaugte Luftmenge wird durch Einstellen der Leerlaufeinstellschraube 54 verändert. Die in 25 der Verbrennungskammer 44 umgesetzte Energie wird im wesentlichen abhängig von der durch die Umgehungsleitung 52 angesaugten Luftmenge bestimmt, so daß die Drehzahl des Motors im Leerlauf durch Einstellen der in die Verbrennungskammer 44 gesaugten Luft optimiert werden kann, was durch Einstellen der Leerlaufschraube 54 erfolgt.

30

Die Drosselklappenkammer 28 ist auch mit einer anderen Umgehungsleitung 56 und einem Lufteinsteller 58 einschließlich eines Leerlaufdrehzahlsteuerventils (ISCV) versehen. Der Lufteinsteller 58 steuert die Luftflußrate durch die Umgehungsleitung 56 abhängig vom Ausgangssignal N_{IDL} der Steuer-

schaltung 15, um die Drehzahl des Motors während des Warm-
laufens einzustellen und um Luft in geeigneter Weise bei
einer plötzlichen Änderung in die Verbrennungskammer zu füh-
ren, besonders dann, wenn die Position der Drosselklappe 30
05 plötzlich schließend verändert wird. Der Lufteinsteller 58
kann auch die Luftflußmenge während des Leerlaufbetriebs
verändern. Vom Kraftstofftank 70 kommender Kraftstoff wird
über eine Kraftstoffleitung 60 unter Druck einer Kraftstoff-
einspritzdüse 76 zugeführt. Ein Ausgangssignal INJ der Steu-
10 erschaltung 15 bewirkt, daß die Kraftstoffeinspritzdüse 76
Kraftstoff in den Ansaugstutzen 36 einspritzt. Die Ein-
spritzdüse 76 gehört mit anderen elektronischen Einrichtun-
gen zu einer Kraftstoffeinspritzsteuereinrichtung 2.

15 Die Menge des durch die Kraftstoffeinspritzdüse 76 einge-
spritzten Kraftstoffs wird durch die Zeitspanne bestimmt,
für die die Kraftstoffeinspritzdüse 76 geöffnet ist, und
durch die Differenz zwischen dem Druck, mit dem Kraftstoff
der Einspritzdüse zugeführt wird, und dem Druck im Saug-
20 stutzen 36, in den der Kraftstoff unter Druck eingespritzt
wird. Vorzugsweise sollte die Menge des eingespritzten
Kraftstoffes jedoch nur von der Zeitdauer abhängen, während
der die Einspritzdüse geöffnet ist, welche Zeit von einem
Signal bestimmt wird, die von der Steuerschaltung 15 zuge-
25 führt wird. Demgemäß wird der Druck von Kraftstoff, wie er
durch einen (nicht dargestellten) Kraftstoffdruckeinsteller
an die Kraftstoffeinspritzdüse 76 geliefert wird, in solcher
Weise eingestellt, daß die Differenz zwischen dem Druck des
der Kraftstoffeinspritzdüse 76 zugeführten Kraftstoffs und
30 dem Druck im Saugstutzen 36 für jeden Fahrbetriebszustand
immer konstant gehalten wird.

Wie vorstehend beschrieben, wird Kraftstoff durch die Kraft-
stoffeinspritzdüse 76 eingespritzt, das Einlaßventil 42 wird
35 synchron mit der Bewegung eines Kolbens 85 geöffnet, und ein

gasförmiges Gemisch von Luft und Kraftstoff wird in die Verbrennungskammer 44 gesaugt.

Das Gemisch wird komprimiert und durch einen von einer Zündkerze 46 erzeugten Funken gezündet, wodurch die durch die Verbrennung der Mischung freigesetzte Energie in mechanische Energie umgewandelt wird.

Das als Ergebnis der Verbrennung des Gemisches erzeugte Abgas wird über ein (nicht dargestelltes) Auslaßventil, ein Abgasrohr 86, einen Katalysator 92 und einen Auspuff 96 in die Luft ausgeblasen.

Ein λ_A -Sensor 90 ist im Abgasrohr 86 vorhanden, um das Kraftstoff/Luft-Mischungsverhältnis des in die Verbrennungskammer 44 gesaugten Gemisches festzustellen. In der Regel wird ein Sauerstoffsensor (O_2 -Sensor) als λ_A -Sensor 90 verwendet, der die Konzentration von Sauerstoff im Abgas ermittelt, um ein Spannungssignal abhängig von der Konzentration des Sauerstoffs im Abgas zu erzeugen. Das Ausgangssignal vom λ_A -Sensor 90 wird der Steuerschaltung 15 zugeführt.

Die Steuerschaltung 15 weist einen Spannungsversorgungsanschluß 98 für eine negative Spannung und einen Spannungsversorgungsanschluß 99 für positive Spannung auf. Diese sind mit einer (nicht dargestellten) Ausgangsschaltung 12 in der Steuerschaltung 15 verbunden.

Wenn die Steuerschaltung 15 das Signal IGN erzeugt, damit die Zündkerze einen Funken erzeugt, wird dieses Signal an die Ausgangsschaltung 12 gegeben, um dafür zu sorgen, daß eine Spannung IGN an die Primärwicklung einer Zündspule 50 gelegt wird.

Infolgedessen wird eine Hochspannung in der Sekundärwicklung

der Zündspule 50 induziert, die über einen Zündverteiler 48 an die Zündkerze 46 gegeben wird, damit diese einen Funken erzeugt, um die Verbrennung des Gemischs in der Verbrennungskammer 44 herbeizuführen. Der Mechanismus des Erzeugens 05 des Zündfunkens der Zündkerze 46 wird näher beschrieben. Die Zündkerze 46 weist einen Versorgungsspannungsanschluß 102 für positive Spannung auf, und die Steuerschaltung 15 weist eine Ausgangsschaltung 12 auf, um den Primärstrom durch die Primärwicklung der Zündspule 50 einzustellen. Die Reihen- 10 schaltung der Primärwicklung der Zündspule 50 und der Ausgangsschaltung 12 ist zwischen den Spannungsversorgungsanschluß 102 für positive Spannung der Zündspule 50 und den Spannungsversorgungsanschluß 99 für negative Spannung der Steuerschaltung 15 geschaltet. Wenn die Ausgangsschaltung 15 aktiviert wird, wird elektromagnetische Energie in der Zündspule 50 gespeichert, und wenn die Ausgangsschaltung 12 abgeschaltet wird, wird die gespeicherte elektromagnetische Energie als Hochspannung an die Zündkerze 46 gegeben. Die Zündkerze 46, der Zündverteiler 48 und die Zündspule 50 bilden 20 eine Zündsteuervorrichtung 3. Der Motor 1 ist weiterhin mit einem Winkelsensor 108 versehen, um die Winkelposition der Kurbelwelle des Motors festzustellen. Der Sensor 108 erzeugt ein Bezugssignal N synchron mit der Drehung des Motors, d. h. jeweils nach 360° Umdrehung.

25

Ein Bremspedalwinkeldetektor 35 ermittelt die Position eines (nicht dargestellten) Fußbremspedals und gibt ein Signal Θ_{BR} an die Steuerschaltung 15, wenn das Fußbremspedal betätigt wird.

30

Die Ausgangsschaltung wurde in Zusammenhang mit der Energieversorgung der Zündspule 50 und der Kraftstoffeinspritzung durch die Kraftstoffeinspritzdüse 76 erläutert. Die Ausgangsschaltung wird auch dazu verwendet, das Steuersignal 35 N_{IDL} an den Lufteinsteller 58 auszugeben.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das die Softwarestruktur des Steuerungssystems 15 detailliert zeigt, wobei es sich um den Hauptteil eines adaptiven Steuerverfahrens mit Betriebszustandserkennung für Motoren gemäß der Erfahrung handelt.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Struktur weist das Steuerungssystem einen Betriebszustanderkennungs-Funktionsabschnitt 4 auf, dem verschiedene Parameter zugeführt werden, die das Verhalten des Fahrers und den Fahrzeugbetriebszustand repräsentieren, um zu entscheiden, welcher der in Fig. 3 dargestellten Motorbetriebszustände vorliegt, einen Vorgeschichte-Beurteilungsfunktionsabschnitt 5 zum Vergleichen des Steuerungszustandes mit einem früheren Steuerungszustand, einen Bestimmungsfunktionsabschnitt für den Mischungsverhältniskompensationsfaktor, zum Berechnen eines Kompensationsfaktors für das Kraftstoff/Luft-Mischverhältnis abhängig vom Betriebszustand, auf den die Entscheidung fiel, und einen Steuerungsfunktionsabschnitt 13 mit einem Steuerungsfunktionsabschnitt 8 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis, einem Beschleunigungssteuerungsfunktionsabschnitt 9, einem Verzögerungssteuerungsfunktionsabschnitt 10 und einem Leerlaufdrehzahlsteuerungsfunktionsabschnitt 11, die abhängig vom Ergebnis einer Zustandserkennung ausgewählt werden.

25

Weiterhin weist die Steuereinheit 15 einen Ausgangsfunktionsabschnitt 12 zum Einstellen und Ausgeben eines Signalmodus für diese Steuerfunktionsabschnittsausgänge auf, von dem ein Steuerungssignal einer Kraftstoffeinspritzsteuerungseinheit 2 mit einer Kraftstoffeinspritzdüse 76, sowie einer Zündzeitpunktsteuereinheit 3 mit einer Zündkerze 46 zugeführt wird.

Die Steuerungseinheit 15 weist einen Aktualisierungsfunktionsabschnitt 14 für einen Adoptionsfaktor für das Mi-

schungsverhältnis auf, um den Adaptionsfaktor für das Mischungsverhältnis zu berechnen und zu korrigieren, und zwar abhängig vom Meßwert eines linearen Sauerstoffensors 90, der zum Messen der Sauerstoffmenge im Motorabgas dient. Weiterhin weist sie eine Vorgeschichtsdatei 7 zum Speichern dieses Wertes und zum Zuführen von Daten zum Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 und zum Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Kompensationsfaktor des Mischungsverhältnisses auf.

10

Der Betriebszustanderkennungs-Funktionsabschnitt 4 ermittelt den Fahrzeugbetriebszustand auf Grundlage der Fahrgeschwindigkeit v , wie sie von einem Fahrgeschwindigkeitssensor 77 angezeigt wird, und der Motordrehzahl N , wie sie vom Sensor 108 angezeigt wird. Außerdem ermittelt dieser Abschnitt die Absicht des Fahrers auf Grundlage des Fahrpedalwinkels θ_{ac} , wie vom Fahrpedalpositionssensor 33 ausgegeben, des Bremspedalwinkels θ_{br} vom Bremspedalwinkeldetektor 35 und des Umschaltsignals (Ein/Aus-Signal) vom Drehmomentübertragungsschalter 75. Der Bremspedalwinkel θ_{br} kann mit gleichem Effekt durch einen Bremslichtschalter mit einem Kontakt ersetzt werden, der bei einem vorgegebenen Winkel entsprechend einer Betätigungsstellung ein- bzw. ausgeschaltet wird.

25 Der Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 beurteilt, ob sich der Motorbetriebszustand (m), für den bei der aktuellen Meßwerterfassung die Entscheidung fiel, sich gegenüber dem Zustand (m^{-1}) bei der letzten Meßwerterfassung geändert hat, was durch einen Vergleich mit dem gespeicherten Wert der Vorgeschichtsdatei 7 erfolgt, die die Daten für die letzten Meßwerterfassungszeitpunkte beinhaltet. m zeigt die Nummer für den aktuellen Motorsteuerungszustand und m^{-1} diejenige für den letzten Motorsteuerungszustand an. Das Ergebnis der Beurteilung im Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 wird in zwei Typen unterteilt: (1) derselbe

Steuerungszustand währt fort, und (2) es liegt ein Übergang zu einem anderen Steuerungszustand vor.

Übergänge zwischen Motorsteuerungszuständen werden durch 05 Fig. 4 veranschaulicht. Gemäß Fig. 4 gehören zu den Motorsteuerungszuständen vier verschiedene Arten, nämlich Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuerung (durch $m=1$ gekennzeichnet), Beschleunigungssteuerung ($m=2$), Verzögerungssteuerung ($m = 3$) und Leerlaufdrehzahlsteuerung ($m=4$), sowie die Übergangs-10 stufe zwischen diesen.

Kraftstoffunterbrechungs(FC = Fuel Cut)-Steuerung gehört auch zu den Motorsteuerungszuständen, ist jedoch in der Verzögerungssteuerung enthalten. FC-Steuerung beginnt mit der 15 Verzögerungssteuerung und kehrt mit ihrem Ende zu dieser zurück. Der Übergang von FC-Steuerung zu Beschleunigungssteuerung erfolgt ebenfalls über die Logik der Verzögerungssteuerung.

20 Der Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 beurteilt, ob (1) derselbe Steuerungszustand fortwährt oder ob (2) sich der Motor im Übergang von einem Steuerungszustand zu einem anderen befindet. Auf Grundlage des Ergebnisses dieser Entscheidung berechnet der Ermittlungsfunktionsabschnitt 25 6 für das Mischungsverhältnis für den Kompensationsfaktor den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor K_{MR} abhängig von der Bedingung (1) oder (2). Das Ergebnis der Ermittlung im Funktionsabschnitt 6 wird entweder dem Steuerfunktionsabschnitt 8 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis, dem 30 Beschleunigungssteuerfunktionsabschnitt 9, dem Verzögerungssteuerfunktionsabschnitt 10 oder dem Leerlaufdrehzahl-Steuerungsfunktionsabschnitt 11 zugeführt. Auf diese Weise werden Werte für die Kraftstoffeinspritzmenge und den Zündzeitpunkt, wie von der Steuereinheit 15 berechnet, an die Kraftstoffeinspritzsteuerungseinheit 2 und die Zündzeitpunkt-35

steuerungseinheit 3 über den Ausgangsfunktionsabschnitt 12 gegeben.

Andererseits wird durch Messen des Verbrennungsabgases mit 05 einem linearen Sauerstoffsensor (Sensor für einen weiten Bereich des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses) 90 festgestellt, ob die Verbrennung auf Grundlage des Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktors K_{MR} ein Soll-Mischungsverhältnis K_{TR} (l, Ga, N) erreicht hat (l: Zustand vor dem Übergang, Ga: 10 Menge angesaugter Luft, N: Motordrehzahl). Eine so berechnete Luftüberschußmenge λ_A (Luft/Kraftstoff-Verhältnis/stöchiometrisches Luft/Kraftstoff-Verhältnis) wird mit einem Soll-Mischungsverhältnis (Kraftstoff/Luft-Verhältnis) verglichen, und das Ergebnis des Vergleichs wird als Mischungs- 15 verhältnis-Adaptionskoeffizient $k(l)$ bestimmt. Dieser Koeffizient wird in der Vorgeschichtsdatei 7 abgespeichert, um bei der Berechnung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge zu dienen, wenn derselbe Motorsteuerungszustand bei der nächsten und bei folgenden Meßwerterfassungen vorliegt.

20

Es wird nun der Verarbeitungsbetrieb der Steuereinheit 15 für jeden ihrer Funktionsblöcke im einzelnen erläutert. Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm für den Zustandserkennungs-Funktionsabschnitt 4. Diesem Steuerungszustands-Erkennungsfunktionsabschnitt 4 werden Anfangsdaten zugeführt, zu denen das Ein/Aus-Signal vom Drehmomentübertragungsmechanismus, die Fahrzeuggeschwindigkeit v , der Fahrpedalwinkel θ_{ac} , der Bremspedalwinkel θ_{br} , die Motordrehzahl N und der Zeitpunkt t gehören, zu dem die Werte der aktuellen Meßwerterfassung 30 als erstes in einem Schritt 501 gelesen werden. Ein nächster Schritt 502 zeigt für die Vereinfachung der Programmverarbeitung den Motorsteuerungszustand (m) für den davor liegenden Meßwerterfassungszeitpunkt m^{-1} an. Wenn in einem Schritt 503 erkannt wird, daß der Drehmomentübertragungsmechanismus 35 eingeschaltet ist, wird in einem Schritt 504 entschieden, ob

der Fahrpedalwinkel θ_{ac} größer ist als "0". Wenn der Winkel θ_{ac} größer als Null ist, geht die Verarbeitung zu einem nächsten Schritt 505 über, um die Bremspedalwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}_{ac}$ aus $(\theta_{ac} - \theta_{ac}^{-1})/(t - t^{-1})$ berechnet, wobei θ_{ac}^{-1} der Fahrpedalwinkel ist, wie er im direkt vorangehenden Meßwerterfassungszeitpunkt ausgelesen wurde, und wobei t^{-1} der Zeitpunkt für die direkt vorangehende Meßwerterfassung ist. Das Ergebnis der Berechnung in Schritt 505 wird mit einem Maximalschwellenwert für die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}_{aca}$ verglichen, was in einem folgenden Entscheidungsschritt 506 erfolgt, und falls $\dot{\theta}_{ac} \geq \dot{\theta}_{aca}$ gilt, wird in einem Schritt 511 die Motordrehzahl N mit einer Maximalmotordrehzahl N_a verglichen. Wenn in Schritt 511 festgestellt wird, daß $N \leq N_a$ gilt, wird entschieden, daß der Motorsteuerungszustand zu diesem Zeitpunkt der Beschleunigungszustand ($m=2$) ist (Schritt 513). Andernfalls wird erkannt, daß Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ($m=1$) vorliegt (Schritt 512).

20 Wenn in Schritt 506 erkannt wird, daß die Bedingung $\dot{\theta}_{ac} \geq \dot{\theta}_{aca}$ nicht gilt, wird in einem Schritt 505 die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}_{ac}$ mit einem minimalen Schwellenwert für die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}_{acd}$ verglichen, und wenn $\dot{\theta}_{ac} \leq \dot{\theta}_{acd}$ gilt, stellt ein Schritt 514 fest, 25 daß Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses vorliegt ($m=1$), wenn die Geschwindigkeit v größer als Null ist.

Wenn die Entscheidung in Schritt 514 "Nein" ist, zeigt dies an, daß die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}_{ac}$ nicht größer 30 ist als der minimale Schwellenwert der Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}_{acd}$, während die Geschwindigkeit "0" ist, was einen Fehler anzeigt. Daher wird in einem Schritt 515 ein Warnsignal ausgegeben, und es wird zu Luft/Kraftstoff-Steuerung ($m=1$) übergegangen (Schritt 516), womit man auf der sicheren Seite liegt.

Wenn in Schritt 507 festgestellt wird, daß die Beziehung $\dot{\theta}_{ac} \leq \dot{\theta}_{acd}$ nicht gilt, wird in einem Schritt 508 entschieden, ob v größer ist als Null. Wenn die Antwort "Ja" ist, 05 wird entschieden, daß Verzögerungssteuerung ($m=3$) vorzunehmen ist. Wenn in Schritt 508 andersherum entschieden wird, zeigt dies an, daß die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}_{ac}$ nicht größer ist als der Schwellenwert $\dot{\theta}_{acd}$ und daß die Geschwindigkeit v "0" ist, was einen Fehler anzeigt. In 10 Schritt 509 wird, wie in Schritt 515, ein Warnsignal ausgegeben, und es wird mit Verzögerungssteuerung ($m=3$) weiterverfahren.

Wenn die Entscheidung in Schritt 504 dahin geht, daß die Beziehung $\theta_{ac} \geq 0$ nicht gilt, wird in einem Schritt 517 untersucht, ob die Geschwindigkeit v größer als Null ist oder nicht. Wenn die Antwort in Schritt 517 "Ja" ist, wird in einem Schritt 518 entschieden, ob der Bremspedalwinkel θ_{br} größer als Null ist. Wenn die Antwort "Nein" ist, wird in 20 einem Schritt 519 die Motordrehzahl N mit einer minimalen Verzögerungsdrehzahl N_d verglichen. Wenn in Schritt 519 festgestellt wird, daß N größer ist als N_d , wird auf Verzögerungssteuerung ($m=3$) erkannt (Schritt 521), während andernfalls auf Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses 25 ($m=1$) erkannt wird (Schritt 520). Wenn in Schritt 518 entschieden wird, daß θ_{br} größer als Null ist, springt die Verarbeitung dagegen zu Schritt 521, um auf Verzögerungssteuerung ($m=3$) zu erkennen.

30 Wenn die Entscheidung in Schritt 517 dahin geht, daß v nicht größer als Null ist, geht der Ablauf zu einem Schritt 525 über, in dem entschieden wird, ob das Fahrzeug mit einem Automatikgetriebe (AT = Automatic Transmission) versehen ist. Wenn die Antwort "Ja" ist, wird in einem Schritt 527 35 auf Leerlaufdrehzahlsteuerung ($m=4$) erkannt. Ob das Fahrzeug

mit AT ausgestattet ist oder nicht, wird zum Zeitpunkt des Anbringens der Steuereinheit am Fahrzeug eingestellt. Wenn im Schritt 525 erkannt wird, daß das Fahrzeug nicht mit AT ausgestattet ist, zeigt dies an, daß das Fahrzeug Hand-05 schaltgetriebe aufweist und daß der Fahrpedalwinkel θ_{ac} offen und die Geschwindigkeit Null ist, weswegen zum Verhindern eines Abwürgens des Motors ein Warnsignal ausgegeben wird (Schritt 526) und auf Leerlaufdrehzahlsteuerung ($m=4$) erkannt wird (Schritt 527).

10

Wenn in Schritt 503 zu Beginn des Flußdiagramms erkannt wird, daß der Drehmomentübertragungsmechanismus abgeschaltet ist, wird in einem Schritt 522 untersucht, ob der Fahrpedalwinkel θ_{ac} größer als Null ist. Wenn die Antwort "Ja" ist, 15 wird in einem Schritt 523 auf Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses erkannt ($m=1$). Wenn die Entscheidung andersherum lautet, wird in einem Schritt 524 auf Leerlaufdrehzahlsteuerung ($m=4$) erkannt. Dieser Betriebsablauf führt die Funktion des Zustandserkennungs-Funktionsabschnitts 4 aus.

20

Der Vorgeschichts-Funktionsabschnitt 5 wird im einzelnen unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm von Fig. 6 erläutert. Der Steuerungszustand m zum aktuellen Zeitpunkt, wie er vom vorstehend genannten Zustandserkennungs-Funktionsabschnitt 4 25 erhalten wird, wird in einem Schritt 601 mit dem unmittelbar vorangehenden Steuerungszustand $m-1$ verglichen. Wenn die Zustände übereinstimmen, werden in einem Schritt 602 der direkt vorangehende Steuerungszustand l , die Anzahl i von Zündungen seit Beginn des Übergangs (die oben erwähnte An-30 zahl von Meßwerterfassungen) und die Anzahl n (l, m) von Zündungen aus der Vorgeschichtsdatei 7 eingelesen, um den Übergangsablauf vom Zustand l zum Zustand m zu glätten. In einem Schritt 603 wird der Wert i erhöht, gefolgt von einem Schritt 604 zum Entscheiden, ob $i \geq n$ (l, m) ist. Wenn die 35 Antwort "Ja" ist, wird darauf erkannt, daß derselbe Zustand

fortdauert, so daß der Wert i auf denselben Wert n (l, m) beschränkt wird, wobei die Werte m und i gespeichert werden. Wenn dagegen die Entscheidung in Schritt 604 "Nein" ist, wird erkannt, daß ein Übergang abläuft, und die Verarbeitung 05 springt zu einem Schritt 606, um die Werte m, i zu speichern, wie sie vorliegen.

Wenn im ersten Schritt 601 erkannt wird, daß m nicht mit m^{-1} übereinstimmt, wird "1" als Wert von i (Schritt 607) einge-10 stellt, und der direkt vorangehende Zustand m^{-1} wird auf l angewandt (Schritt 608). Diese Werte m, l, i werden gespei-15 chert. Die Vorgeschichtsbeurteilung erfolgt mit dem vorste-hend genannten Bearbeitungsablauf, und das Ergebnis der Be-urteilung wird für die Verarbeitung im nachfolgenden Bestim-mungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kom-15 pensationsfaktor verwendet.

Fig. 7 zeigt den Flußablauf für eine Berechnung zur Mi-20 schungsverhältniskompensation, um die Funktion des Bestim-mungsfunktionsabschnittes 6 für den Mischungsverhältnis-Kom-pensationsfaktor zu erzielen.

Um gemäß Fig. 7 den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor berechnen zu können, wird der Funktionsabschnitt 6 mit Wer-25 ten für die Luftflußmenge G_a vom Luftflußmesser 24, des ak-tuellen Steuerungszustandes l vom vorstehend genannten Vor-gesichtsbeurteilungsfunktionsabschnitt 5, für den nächsten Steuerungszustand m , für die Anzahl i von Verbrennungen seit dem Beginn des Übergangs und für die Anzahl n (l, m) von 30 Verbrennungen versorgt, um die Verarbeitung für den Übergang vom Zustand l in den Zustand m zu glätten, was in einem Schritt 701 erfolgt. In einem nachfolgenden Schritt 702 wird untersucht, ob derselbe Zustand fortdauert ($l=m$). Falls der-selbe Steuerungszustand fortdauert, wird in einem Schritt 35 703 der Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizient k (l) ab-

hängig vom Motorsteuerungszustand l ausgegeben. Anschließend wird der Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor K_{MR} aus Gleichung (1) auf Grundlage des Mischungsverhältnis-Sollkoeffizienten $K_{TR}(l, Ga, N)$ berechnet, der durch den Steuerungszustand l, die Luftflußmenge Ga und die Motordrehzahl N sowie den Mischungsverhältnis-Adoptionskoeffizienten K (l) bestimmt ist:

$$K_{MR} = K(l) \cdot K_{TR}(l, Ga, N) \quad \dots \quad (1)$$

10

Wenn in Schritt 702 dahingehend entschieden wird, daß sich der Steuerungszustand im Übergang von l nach m befindet, geht die Verarbeitung zu einem Schritt 705 über, um die Mischungsverhältnis-Adoptionskoeffizienten K (l) und K (m) für die Zustände l bzw. m anzuwenden. In einem Schritt 705 wird der gewichtete Mittelwert des Mischungsverhältnis-Sollkoeffizienten $K_{TR}(l, Ga, N)$ für den Steuerungszustand l und der Mischungsverhältnis-Sollkoeffizient $K_{TR}(m, Ga, N)$ für den Steuerungszustand m in der Weise berechnet, wie sie in Gleichung (2) dargestellt ist, um dadurch den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor K_{MR} während des Übergangs zu bestimmen:

$$25 \quad K_{MR} = \frac{n(l, m) - i}{n(l, m)} K(l) K_{TR}(l, Ga, N) + \frac{i}{n(l, m)} K(m) K_{TR}(m, Ga, N) \quad \dots \quad (2)$$

30

Durch Verwenden des gemäß den vorstehend genannten Schritten erzeugten Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktors K_{MR} wird in den Schritten 801 bis 809 von Fig. 8 eine der Steuerungen 8, 9, 10, 11 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis, für Beschleunigung, für Verzögerung oder Leerlaufdrehzahl ausge-

führt, woraufhin eine Verarbeitung im Ausgangsfunktionsabschnitt 12 erfolgt, die in den Schritten 810 bis 813 im selben Diagramm dargestellt ist.

05 In einem Schritt 801 wird die Menge einzuspritzenden Kraftstoffs G_f aus dem vorbestimmten Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor K_{MR} , dem stöchiometrischen Mischungsverhältnis MR , dem Luftmassefluß G_a und der Motordrehzahl N in der durch die nachfolgende Gleichung (3) angegebenen Weise berechnet:

$$G_f = K_{MR} \cdot MR \cdot \frac{G_a}{N} \quad \dots \quad (3)$$

15 In einem Schritt 802 wird der Zündzeitpunkt I_g aus der nachfolgenden Gleichung (4) als Funktion der Kraftstoffeinspritzmenge G_f und der Motordrehzahl in wohlbekannter Weise berechnet:

$$I_g = f(G_f, N) \quad \dots \quad (4)$$

20

Wenn in einem Schritt 803 festgestellt wird, daß $m=1$ ist, wird auf L/K-Steuerung erkannt. Wenn dagegen in Schritt 803 erkannt wird, daß m nicht 1 ist, geht der Ablauf zu einem Schritt 804 über.

25

Wenn im Schritt 804 erkannt wird, daß $m=2$ gilt, d. h. daß Beschleunigungssteuerung vorliegt, wird in einem Schritt 808 eine Klopfkompensation I_{gN} und eine Stoßkompensation I_{gS} vorgenommen, um Klopfen oder Stoßvorgänge zu verhindern, wie dies beim Beschleunigen der Fall sein kann, wobei der Zündzeitpunkt I_g aus der folgenden Gleichung (5) zum Glätten der Beschleunigung berechnet wird:

$$I_g = I_g - I_{gN} - I_{gS} \quad \dots \quad (5)$$

35

Bei der Beschleunigungssteuerung wird der Wert 1 oder s für n (l, m) für das Erfordernis des Ansprechverhaltens des beschleunigten Motors verwendet.

05 Wenn in Schritt 805 erkannt wird, daß $m=3$ gilt, wird die Motordrehzahl N mit der Motordrehzahl für Beginn von Kraftstoffabschaltung N_{FC} verglichen, und wenn die Motordrehzahl höher ist, d. h. wenn N größer ist als N_{FC} , wird in einem Schritt 807 die Kraftstoffzufuhr abgeschaltet. In diesem 10 Steuerungsschritt wird Gf auf Null gesetzt, und es wird der durch Gleichung (4) angegebene Zündzeitpunkt verwendet.

Wenn in einem Schritt 804 erkannt wird, daß m nicht 3 ist, sondern daß $m=4$ gilt, zeigt dies Leerlaufdrehzahlsteuerung 15 an, wodurch die Verarbeitung zu einem Schritt 809 übergeht, um durch Vergleich der Anzahl i von Verbrennungen ab dem Beginn des Übergangs mit der Anzahl n (l, m) von Verbrennungen zum Vornehmen einer Glättung beim Prozeß des Übergangs vom Zustand l in den Zustand m zu erkennen, ob $i \geq n (l, m)$ ist. 20 Wenn die Entscheidung in diesem Schritt "Nein" ist, zeigt dies an, daß i kleiner als n (l, m) ist, in welchem Fall der Übergang zur Leerlaufdrehzahlsteuerung abläuft. Während des Übergangs wird Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses vorgenommen, um aus den Gleichungen (3) und (4) Berechnungswerte für Gf und Ig zu erhalten. Nach Abschluß dieser Übergangsverarbeitung führt, wenn das Entscheidungsergebnis im Schritt 809 "Ja" ist, ein Schritt 810 die wohlbekannte Regelung zum Einstellen der Motordrehzahl N auf den Sollwert N_{IDL} aus. Diese Leerlaufdrehzahlregelung wird auf solche 25 Weise ausgeführt, daß der Wert N_{IDL} dem Lufteinsteller 58 zugeführt wird, um dadurch den Luftfluß durch die Umgehungsleitung 56 so einzustellen, daß die Motordrehzahl mit dem Wert N_{IDL} erzielt wird.

35 Es werden nun die Funktionen der Schritte 811 bis 813 und

des Ausgangsfunktionsabschnitts 12 erläutert. Zunächst wird in Schritt 811 die Kraftstoffeinspritzzeit T_I für das Einspritzventil aus dem Wert G_f , dem Koeffizienten k_I und der unwirksamen Einspritzzeit T_v des Einspritzventils, wie in 05 den Schritten 801 bis 807 erhalten, wie nachstehend angegeben, berechnet:

$$T_I = k_I G_f + T_v \quad (5)$$

10 Dieser Wert wird an die Kraftstoffeinspritzeinheit 2 gegeben (Schritte 811, 812). Der Zündzeitpunkt I_g wird in ein elektrisches Signal (Pulszug) umgewandelt und an die Zündzeitpunkteinheit 3 gegeben (Schritt 813).

15 Abhängig von den so erhaltenen Steuerungswerten wird der Motor 1 gesteuert. Die Menge von Sauerstoff im Abgas wird durch den linearen Sauerstoffsensor 90 gemessen, um den Wert bei der Berechnung im Aktualisierungsfunktionsabschnitt für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten zu verwenden.

20

Die Funktion des Aktualisierungsfunktionsabschnittes für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten wird unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm von Fig. 9 erläutert. In einem Schritt 901 wird untersucht, ob gerade eine Zustandsänderung 25 vorliegt ($i < n (l, m) ?$). Falls die Antwort bejahend ist, wird der Betrieb abgeschlossen, ohne daß der Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizient aktualisiert wird. Wenn die Entscheidung im Schritt 901 dahin geht, daß derselbe Steuerungszustand vorliegt ($i \geq n (l, m)$), gibt ein Schritt 902 30 die Luftüberschußmenge λ_A im Abgas aus, wie vom linearen Sauerstoffsensor 90 gemeldet. In einem Schritt 904 wird ein Beobachtungswert K_A für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten aus dem Eingangssignal λ_A und dem Mischungsverhältnis-Sollkoeffizienten $K_{TR} (l, G_a, N)$ berechnet, wie 35 in der Berechnung der Kraftstoffeinspritzmenge verwendet,

was auf die durch Gleichung (6) angezeigte Weise erfolgt:

05
$$K_A = \frac{1}{\lambda A} \cdot \frac{1}{K_{TR}(l, Ga, N)} \quad \dots \quad (6)$$

Dieser Beobachtungswert K_A neigt dazu, Meßwertstörungen oder -fehler zu erhalten, und um reproduzierbare Daten aus den 10 beobachteten Daten zu gewinnen, wird in einem Schritt 904 der Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizient $K(l)$ mit dem Adaptionskoeffizienten $K^{-1}(l)$ für den direkt davorliegenden Meßwerterfassungszeitpunkt geglättet, was mit Hilfe eines 15 Glättungsfaktors α ($0 \leq \alpha \leq 1$) erfolgt, wie in Gleichung (7) angegeben:

$$K(l) = K^{-1}(l) + \alpha(K_A - K^{-1}(l)) \quad \dots \quad (7)$$

Der auf diese Weise in den Schritten 901 bis 904 erzeugte 20 aktualisierte Wert für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten wird in der Vorgeschichtsdatei 7 gespeichert (Schritt 905).

Die Betriebsablaufzeitsteuerung und die Datenversorgung und 25 -ausgabe wird für jeden Teil der Steuereinheit 15 unter Bezugnahme auf Fig. 2 erläutert. Die Steuereinheit 15 weist einen eingebauten Computer auf, der einen Task-Controller (Programmteilsteuerung) aufweist, um Programme (Tasks) zeitlich zu steuern und zu starten. Das Verfahren der Programmsteuerung, das wohlbekannt ist, ist nicht dargestellt.

Der in der Steuereinheit 15 vorhandene Task-Controller aktiviert den Zustandserkennungsfunktionsabschnitt 4 (wie aus dem Flußdiagramm von Fig. 5 erkennbar) direkt vor dem Beginn 35 der Kraftstoffeinspritzung in jeden Zylinder, was mit Hilfe

des Signals vom Drehwinkelsensor 108 als Zeitüberwacher erfolgt. Nach Abschluß der Verarbeitung von Fig. 5 aktiviert der Task-Controller den Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 (wie aus Fig. 6 erkennbar). Der Motorbetriebszustand m wird vom Zustandserkennungs-Funktionsabschnitt 4 an den Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 gegeben. Der Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 empfängt die Daten m^{-1} , l , i , n (l , m) für die direkt vorhergehende Meßwerterfassung von der Vorgeschichtsdatei 7 und speichert das Ergebnis seiner Berechnung in Form von m , l , i in der Vorgeschichtsdatei 7. Zu Ende der Verarbeitung im Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 wird der Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor (wie in Fig. 7 dargestellt) aktiviert. Der Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor empfängt Werte l , m , i , n (l , m) als Daten vom Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5, und er mißt die Menge angesaugter Luft g_a und empfängt den Wert k (l) von der Vorgeschichtsdatei 7. Zu Ende der Verarbeitung im Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor wird die Steuerungseinheit 13 aktiviert. Während der Verarbeitung empfängt die Steuerungseinheit 13 Daten g_a , m , i , n (l , m). Das Ergebnis der Berechnung in der Steuerungseinheit 13, d. h. die Werte G_f , I_g und N_{IDL} werden an den Ausgangsfunktionsabschnitt 12 gegeben. Diese Daten werden im Ausgangsfunktionsabschnitt 12 in physische Werte umgewandelt und der Kraftstoffeinspritzsteuerungseinheit 2 und der Zündzeitpunktsteuerungseinheit 3 zugeführt. Die Steuerungseinheiten 2 und 3 erzeugen Ausgangssignale synchron mit der Motordrehzahl. Der Task-Controller aktiviert den Aktualisierungsfunktionsabschnitt 14 für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten (wie aus Fig. 1 erkennbar) zu einem Zeitpunkt, zu dem ein Verbrennungsablauf endet. Der Aktualisierungsabschnitt 14 für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten empfängt die Meß-

daten für die Luftüberschußmenge λ_A und liest den vorherigen Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten $k^{-1}(l)$ aus der Vorgeschichtsdatei 7 aus und speichert den aktualisierten Wert $k(l)$ in der Datei 7.

05

Aus der vorstehenden Beschreibung ist ersichtlich, daß gemäß der Erfindung Fahrzeugzustände und die Absicht des Fahrers zu jedem Zeitpunkt ermittelt werden und daß abhängig vom Ermittlungsergebnis das jeweils anzuwendende Motorsteuerungssystem genau bestimmt wird. Im Ergebnis trägt die Erfindung zu verbesserter Fahrbarkeit, verbesserter Auswahl des Betriebsbereichs, wie er vom Fahrzeugtyp abhängt, zu verbessertem Anpassungswirkungsgrad eines Steuerungssystems, das das meiste zur Motorleistungsfähigkeit beiträgt, und zu verbessertem Wirkungsgrad bei der Softwareentwicklung zur Realisierung bei.

Im wesentlichen kann der gewünschte Wert für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis bei jedem Motorsteuerungszustand wie auch beim Übergang zwischen verschiedenen Vorsteuerungszuständen beibehalten werden. Daher werden Schwankungen in den Abgaseigenschaften verringert, und die Kraftstoffwirtschaftlichkeit wird verbessert.

25 Gleichzeitig verbessern weniger Drehmomentschwankungen und Fahrzeugschwingungen in Zusammenhang mit dem Luft/Kraftstoff-Verhältnis die Fahrbarkeit und den Fahrkomfort.

Da der geeignete Mischungsverhältnis-Sollkoeffizient $K_{TR}(l, Ga, N)$ für jeden Motorsteuerungszustand abhängig von der Vorliebe des Fahrers bestimmt werden kann, ergibt sich ein Fahrzeug mit verbesserter Fahrbarkeit oder höherer Wirtschaftlichkeit im Vergleich zum Stand der Technik, wodurch verschiedene Erfordernisse individueller Fahrer berücksichtigt werden.

Wenn das Motorsteuerungssystem angepaßt wird, wird der oben erwähnte Wert n (l , m) für jeden Übergang individuell eingestellt, um sowohl die Fahrbarkeit wie auch den Fahrkomfort 05 des Fahrzeugs während der Verarbeitung des Zustandsübergangs zu verbessern, während gleichzeitig die Arbeitsbelastung für den Anpassungsvorgang verringert wird.

Beim Übergang auf Beschleunigungssteuerung wird z. B. der 10 Wert von n (l , m), der normalerweise im Bereich zwischen 1 und 30 eingestellt wird, auf 1 eingestellt, wodurch das Ansprechverhalten verbessert wird, selbst wenn dies zu Lasten der Glätte des Fahrverhaltens geht.

Patentansprüche

1. Steuersystem für kategorisierte Zustände eines Motor, umfassend

Betriebszustands-Meßwertgeber (77, 108, 90) zur Erfassung des Betriebszustands des Motors,

Stellglieder (2, 3) zum Betrieb des Motors,

eine Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) zur Ermittlung eines Motorsteuerzustands aus den von den Betriebszustands-Meßwertgebern (77, 108, 90) erfaßten Ergebnissen,

einen Speicher (7) zur Speicherung von Motorsteuerparametern,

eine Beurteilungseinrichtung (5) zur Beurteilung eines Motorsteuermodus aufgrund der aus dem Speicher (7) ausgelesenen Steuerparameter und des Ausgangssignals der Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4),

eine Steuereinrichtung (13) mit mehreren Steuermoden (8...11), die den in der Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) zu bestimmenden Steuerzuständen entsprechen und zur Zuführung eines Betätigungssignals an die Stellglieder (2, 3) in jedem Steuermodus entsprechend dem von der Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) bestimmten Motorsteuerzustand, und

eine Parameter-Aktualisiereinrichtung (14) zur Gewinnung eines Steuer-Ansprechparameters aus den Ausgangssignalen der Betriebszustands-Meßwertgeber (77, 108, 90), um daraus einen Parameter zu berechnen und diesen in dem Speicher (7) zu speichern,

gekennzeichnet durch

Fahr-Meßwertgeber mit mindestens einem Gaspedalwinkel-Meßwertgeber (33), einem Bremspedalwinkel-Meßwertgeber (35) und einem Getriebe-Meßwertgeber (75) zur Erfassung des Fahrbetriebs aufgrund des Fahrerverhaltens,

wobei die Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) den aufgrund mindestens eines der Fahr-Meßwertgeber (33, 35, 75) unterschiedenen gegenwärtigen Steuermodus (m) erfaßt, der zu einem abgeleiteten gegenwärtigen Steuerwert (K(m)) führt,

eine Einrichtung zur Erfassung eines Übergangs von einem vorherigen Steuermodus (l) auf den gegenwärtigen Steuermodus (m) aufgrund einer Änderung in den Ausgangssignalen der Fahr-Meßwertgeber (33, 35, 75), wobei sich der vorherige Steuermodus (l) auf einen abgeleiteten vorherigen Steuerwert (K(l)) bezieht, und

eine Einrichtung (6) zum Berechnen eines Steuerausgangssignals, das den Stellgliedern (2, 3) als zeitliche Funktion des vorherigen und des gegenwärtigen abgeleiteten Steuerwerts (K(l), K(m)) zugeführt wird.

2. System nach Anspruch 1, wobei zu den Motorsteuerzuständen ein solcher des Luft/Kraftstoffs-Verhältnisses, ein solcher der Beschleunigung, ein solcher der Verzögerung und ein solcher des Leerlaufs gehören.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Beurteilungseinrichtung (5) beurteilt, ob der gegenwärtige unterschiedene Motorsteuerzustand eine Fortsetzung des gleichen vorherigen unterschiedenen Motorsteuerzustands ist, und das korrelierte Beurteilungssignal erzeugt.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Parameter-Bestimmungseinrichtung (6) ein Verhältnis bestimmt aus einer Zahl entsprechend der für einen glatten Übergang erforderlichen Zeit und einer Zahl entsprechend der seit Beginn des Übergangs verstrichenen Zeit, sofern ein Übergang stattfindet.

5. System nach Anspruch 4, wobei die Parameter-Bestimmungseinrichtung (6) das Verhältnis als Verhältnis aus der Anzahl von für einen glatten Übergang erforderlichen Verbrennungen und der Anzahl von seit dem Beginn des Übergangs aufgetretenen Verbrennungen in dem Motor bestimmt.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuерparameter-Bestimmungseinrichtung (6) einen Kompensationsfaktor für das Luft/Kraftstoff-Mischverhältnis bestimmt.
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Kraftstoff-Einspritzmenge und der Zündzeitpunkt berechnet und in jedem Steuermodus der Steuereinrichtung (13) erzeugt werden.
8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei einer der Betriebszustands-Meßwertgeber (77, 108, 90) ein linearer Sauerstoff-Meßwertgeber (90) ist, der die Sauerstoffmenge im Motorabgas als Steuer-Ansprechparameter mißt, und wobei die adaptive Parameter-Aktualisiereinrichtung (14) einen Mischverhältnis-Adaptierkoeffizient berechnet und in den Speicher (7) eingibt.
9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zu den Betriebszustands-Meßwertgebern (77, 108, 90) ein Fahrzeugschwindigkeits-Meßwertgeber (77), ein Motordrehzahl-Meßwertgeber (108), ein linearer Sauerstoff-Meßwertgeber (90) und ein Meßwertgeber (24) für den Luftmengendurchsatz gehören.

PUS

FIG. 1

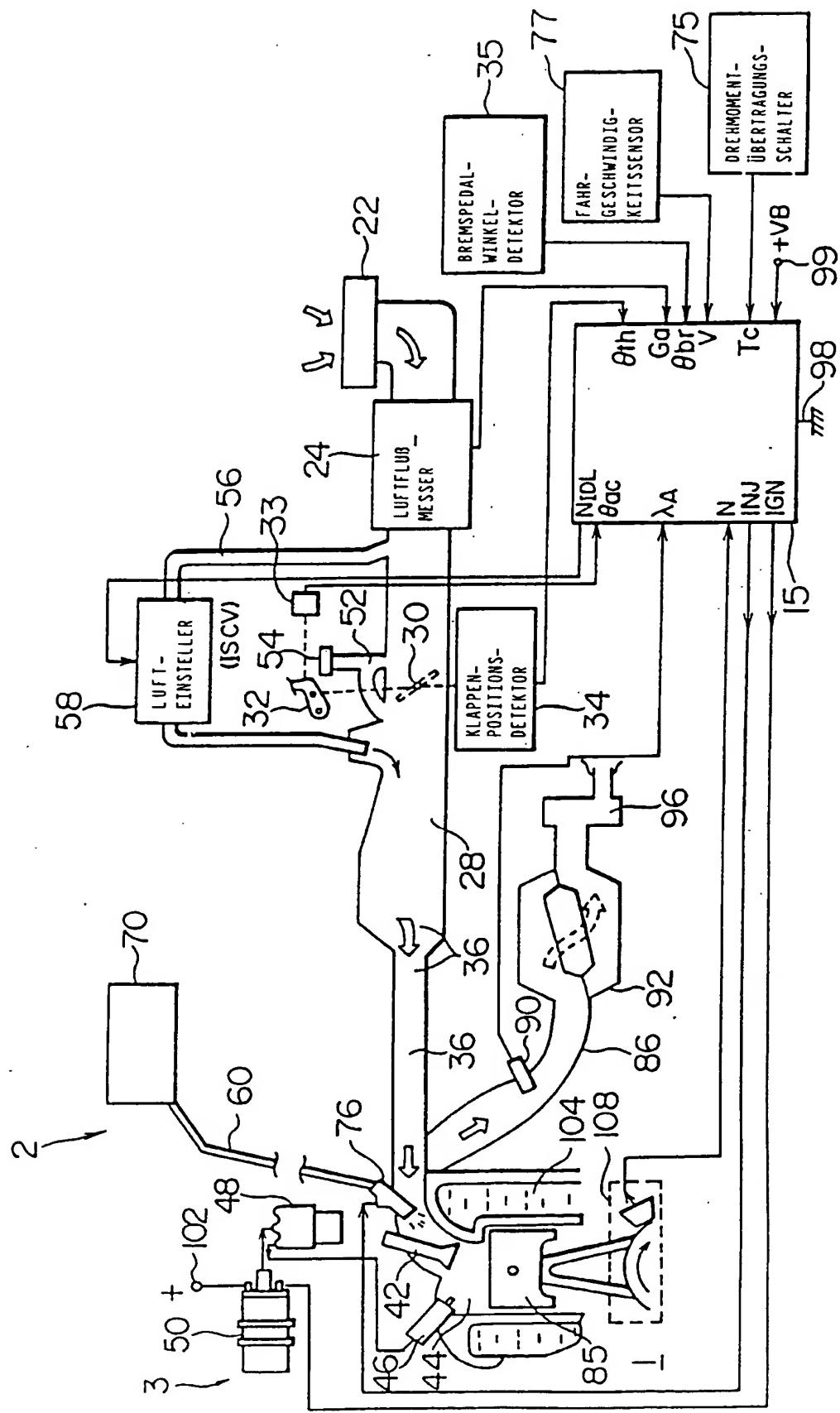


FIG. 2

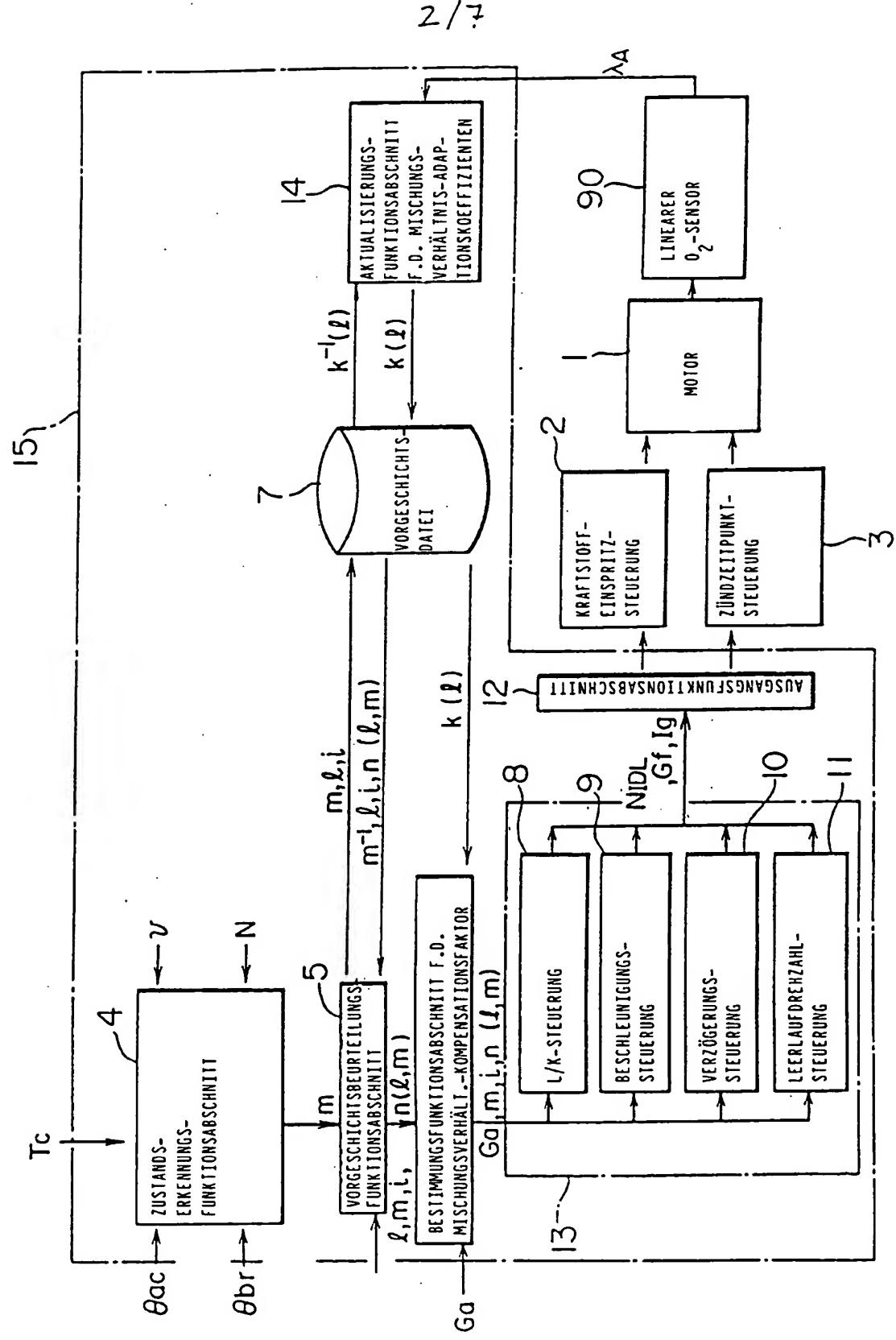


FIG. 3

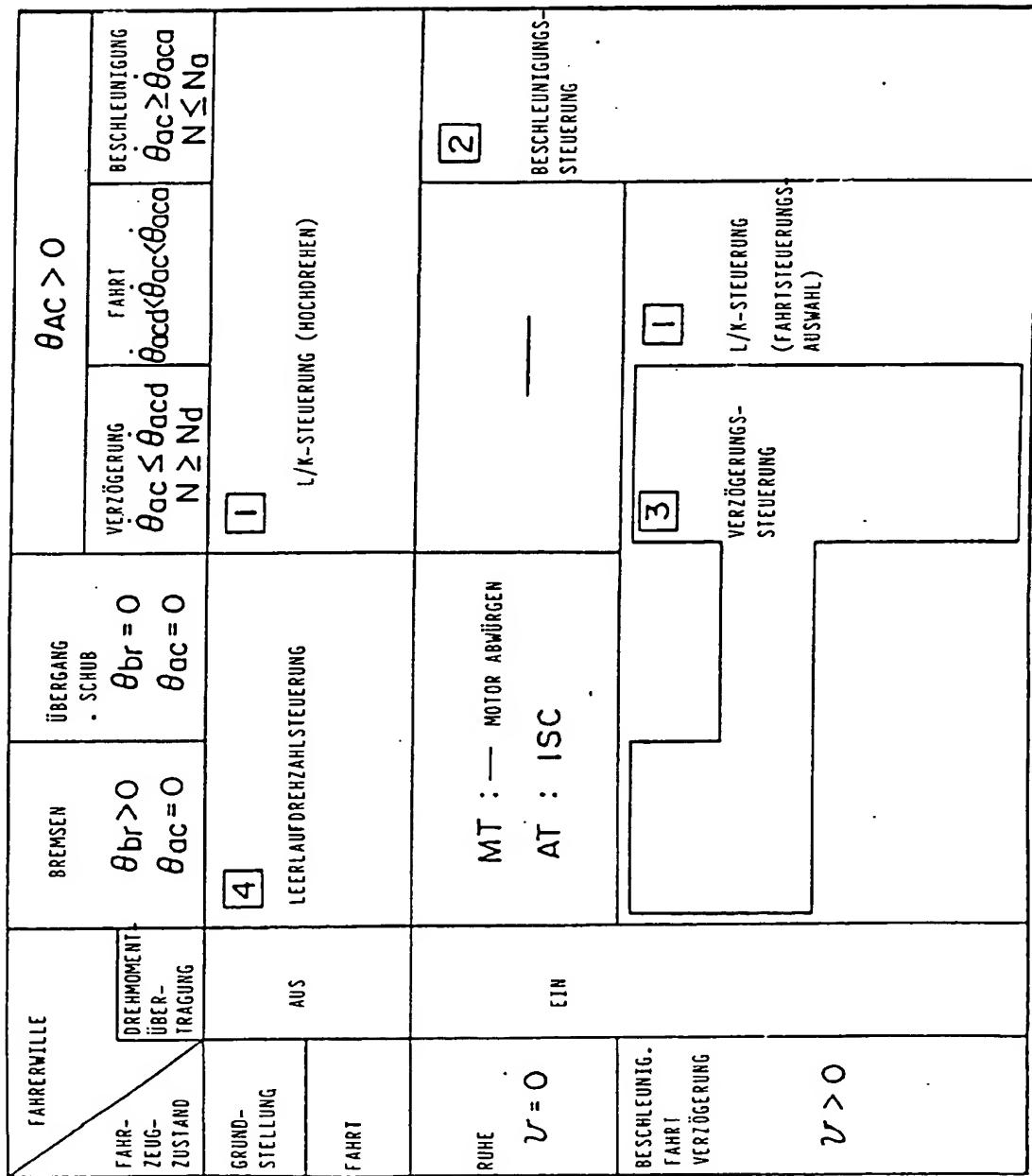


FIG. 4

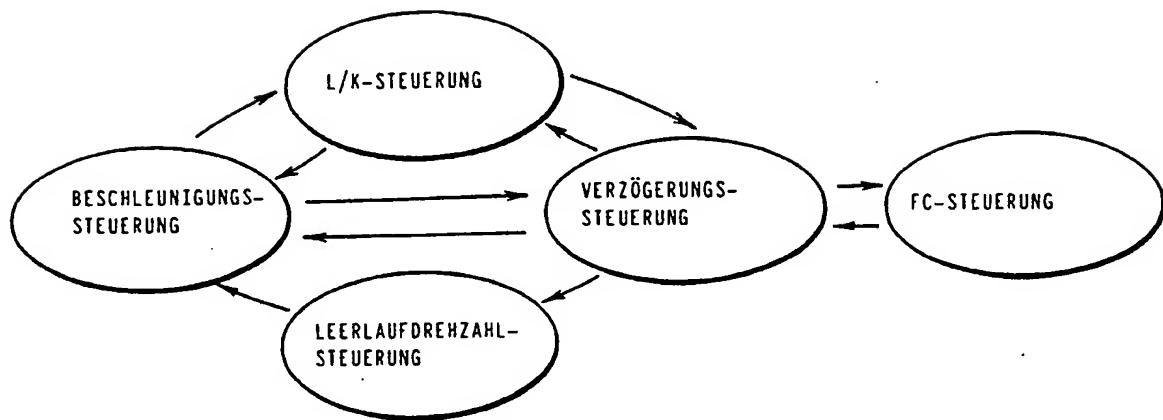


FIG. 9

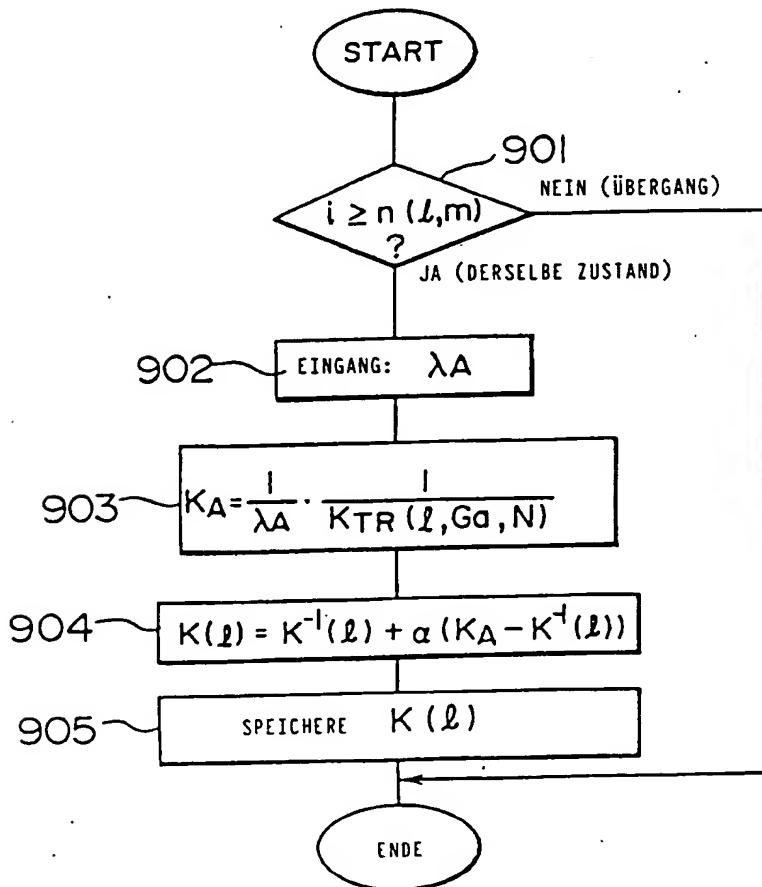
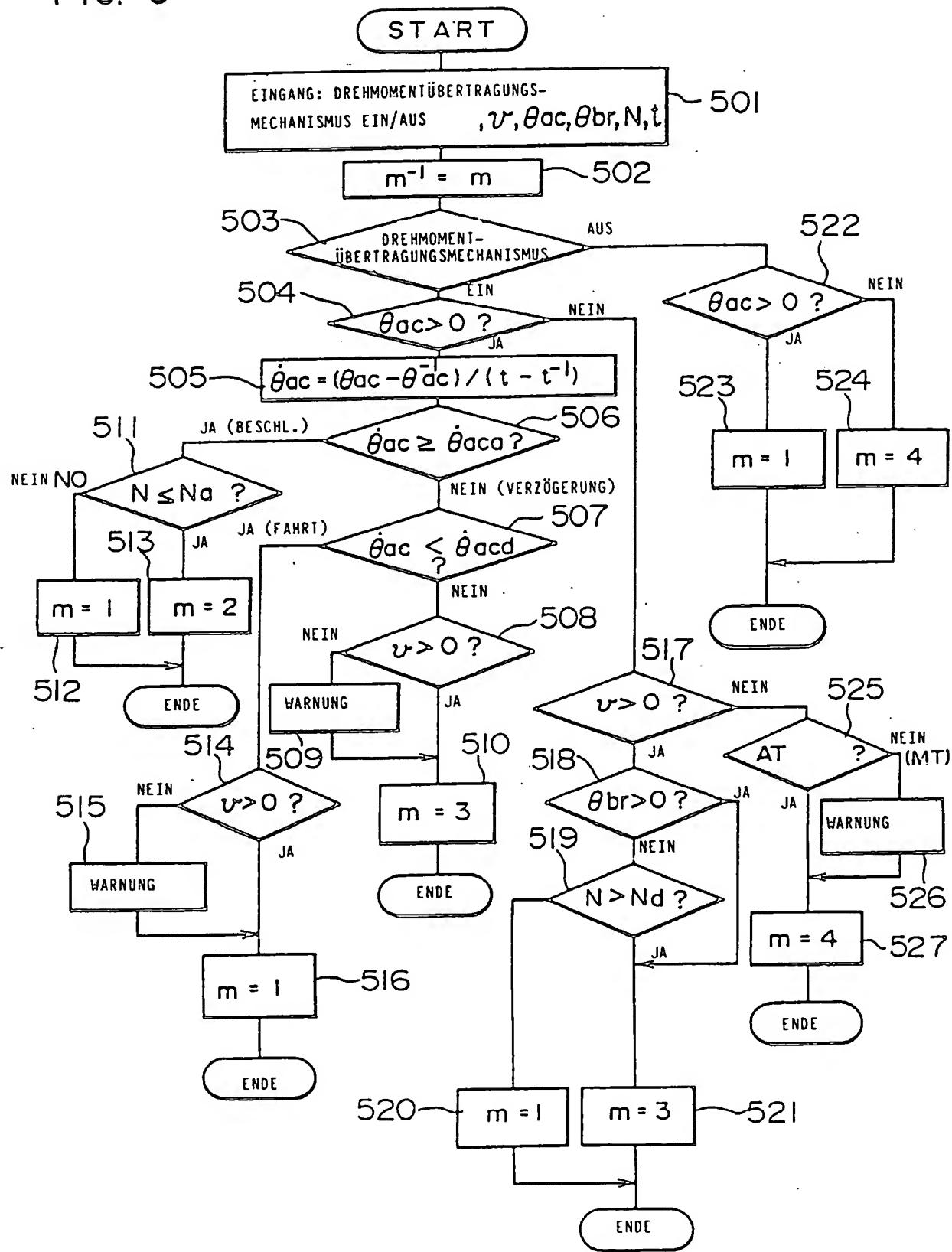


FIG. 5



6/7

FIG. 6

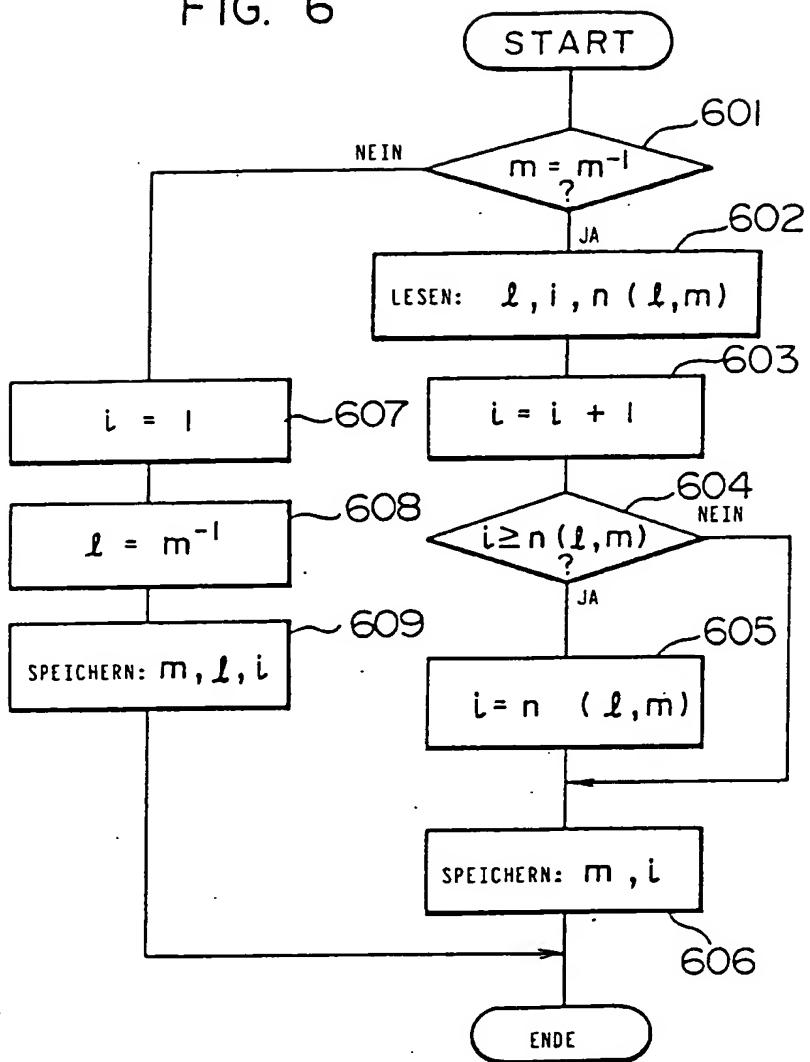
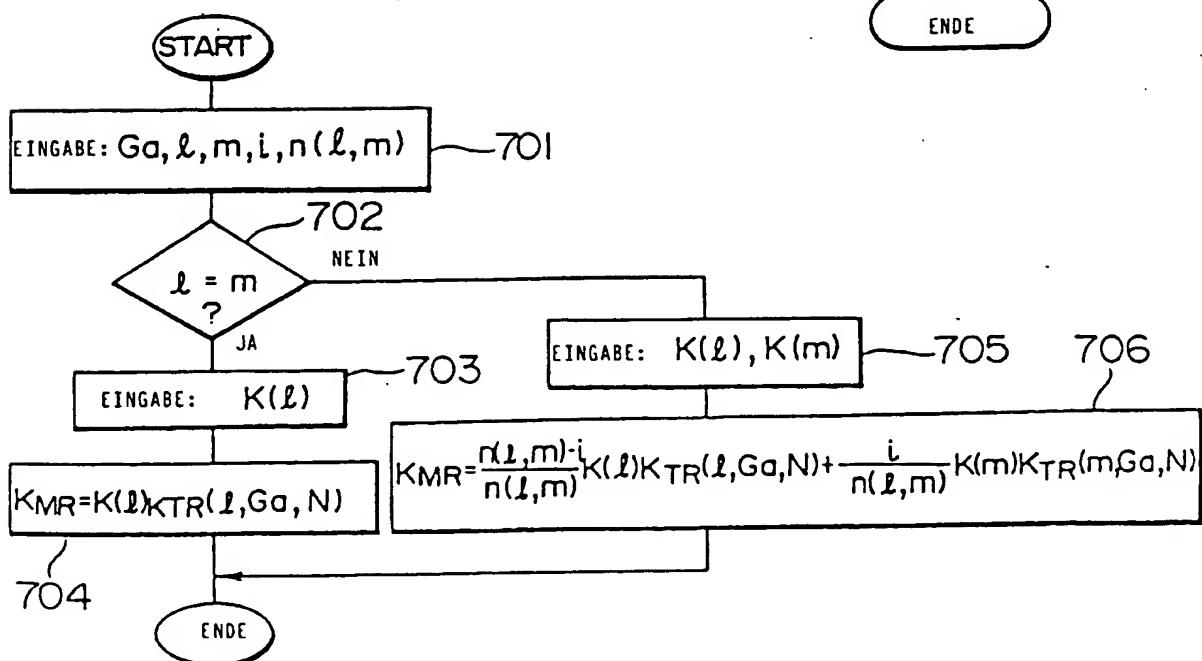


FIG. 7



7/7

FIG. 8

